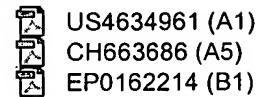


## **Method and circuit for the temperature compensation of a Hall element**

**Patent number:** EP0162214  
**Publication date:** 1985-11-27  
**Inventor:** POPOVIC RADIVOJE; BERICIER JEAN-LUC  
**Applicant:** LANDIS & GYR AG (CH)  
**Classification:**  
- **international:** H01L43/06; H01L43/04  
- **european:** H01L43/04; H01L43/06B  
**Application number:** EP19850102873 19850313  
**Priority number(s):** CH19840001939 19840418

#### Also published a



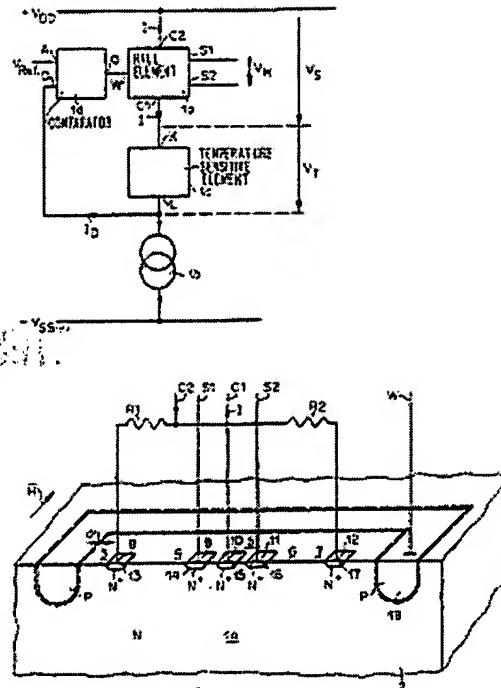
### **Cited documents:**



Abstract not available for EP0162214

Abstract of corresponding document: **US4634961**

A circuit for providing temperature compensation to a Hall element is disclosed. The temperature compensation circuit is used to generate control signals which act on the effective thickness of the current channel of the Hall element in a manner so as to oppose changes in the effective thickness of the current channel produced by temperature variations.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USPTO).



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets

⑪ Veröffentlichungsnummer:

0 162 214  
A1

21

⑫

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

⑬ Anmeldenummer: 85102873.8

⑮ Int. Cl.4: H 01 L 43/06  
H 01 L 43/04

⑭ Anmeldetag: 13.03.85

⑩ Priorität: 18.04.84 CH 1939/84

⑯ Anmelder: LGZ LANDIS & GYR ZUG AG

⑪ Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
27.11.85 Patentblatt B5/48

CH-6301 Zug(CH)

⑫ Benannte Vertragsstaaten:  
DE FR GB SE

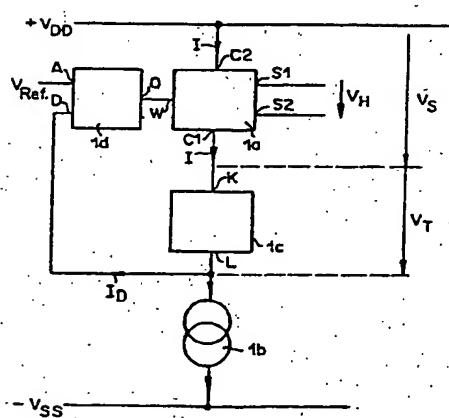
⑰ Erfinder: Popovic, Radivoje  
Fridbach 1  
CH-6300 Zug(CH)

⑱ Erfinder: Berchier, Jean-Luc  
Neudorfstrasse 32  
CH-6313 Menzingen(CH)

⑲ Verfahren und Schaltung zur Temperaturkompensation eines stromgespeisten Hallelementes.

⑳ Die Schaltung zur Temperaturkompensation eines stromgespeisten Hallelementes (1a) enthält eine Stromquelle (1b), einen Kompensations-Schaltkreis (1c) und eine Regelschaltung (1d). Die Spannung am Istwert-Eingang (D) der Regelschaltung (1d) enthält mindestens einen im Hallelement (1a) durch einen Speisestrom (I) erzeugten Spannungsabfall ( $V_s$ ). Der Ausgang (Q) der Regelschaltung (1d) ist mit einer Steuerelektrode des Hallelementes (1a) verbunden, deren Spannung auf die wirksame Tiefe des Hallelementes (1a) dermassen wirksam ist, dass diese annähernd konstant gehalten wird trotz vorhandener Temperatur- bzw. Speisestrom- Änderungen.

Fig. 1



EP 0 162 214 A1

Verfahren und Schaltung zur Temperaturkompensation eines stromgespeisten Hallelementes

5 Anwendungsgebiet und Zweck

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und auf eine Schaltung zur Temperaturkompensation eines stromgespeisten Hallelementes gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1 bzw. des Anspruchs 3.

10 Stand der Technik

Aus der DE-OS 26 40 082 ist eine Regelschaltung zu einem Hallelement bekannt, die es gestattet, eine Temperaturkompensation des Hallelementes über einen relativ schmalen Temperaturbereich zu bewerkstelligen.

Aufgabe und Lösung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Schaltung zur Temperaturkompensation eines Hallelementes aufwandsökonomisch zu realisieren; die es ermöglichen, bei gleichzeitiger Linearisierung des Speisestromes über einen Strombereich in der Größenordnung von z.B. 0,1 bis 10 mA, die Temperaturabhängigkeit der Empfindlichkeit des Hallelementes über einen relativ grossen Temperaturbereich, z.B. in der Größenordnung vom  $-50^{\circ}\text{C}$  bis  $+80^{\circ}\text{C}$ , stark zu verringern, so dass ein Wert in der Größenordnung von annähernd  $\pm 0,01\%/\text{C}$  erreicht wird.

Die genannte Aufgabe wird erfindungsgemäss durch die im Kennzeichen des Anspruchs 1 bzw. des Anspruchs 3 angegebenen Merkmale gelöst.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden im folgenden näher beschrieben.

35 Es zeigen: Fig. 1 ein Schaltbild einer Schaltung zur Temperaturkompensation eines Hallelementes,

Fig. 2 einen Querschnitt einer ersten Variante eines Hallelementes mit Steuerelektrode,

Fig. 3 einen Querschnitt einer zweiten Variante eines Hallelementes mit Steuerelektrode,  
Fig. 4 einen Querschnitt einer dritten Variante eines Hallelementes mit Steuerelektrode,  
5 Fig. 5 ein Schaltbild einer ersten Variante einer Regelschaltung,  
Fig. 6 ein Schaltbild einer zweiten Variante einer Regelschaltung,  
10 Fig. 7 ein Schaltbild einer dritten Variante einer Regelschaltung,  
Fig. 8 ein Schaltbild einer vierten Variante einer Regelschaltung,  
Fig. 9 ein Schaltbild einer ersten Variante eines Kompensations-Schaltkreises,  
15 Fig. 10 ein Schaltbild einer zweiten Variante eines Kompensations-Schaltkreises und  
Fig. 11 verschiedene Kennlinien des Hallelementes in Funktion der Temperatur.

20 Gleiche Bezugszahlen bezeichnen in allen Figuren der Zeichnung gleiche Teile.

#### Beschreibung

25 Die in der Fig. 1 dargestellte Schaltung besteht aus einem Hallelement 1a, einer Stromquelle 1b, einem Kompensations-Schaltkreis 1c und einer Regelschaltung 1d. Der positive Pol  $+V_{DD}$  einer Speisespannung  $+V_{DD}$ ;  $-V_{SS}$  ist mit einem Pol C2 des Stromanschlusses C1; C2 des Hallelementes 1a verbunden, während dessen anderer Pol C1 über den Kompensations-Schaltkreis 1c auf einen ersten Pol der Stromquelle 1b geführt ist, dessen zweiter Pol am negativen Pol  $-V_{SS}$  der Speisespannung  $+V_{DD}$ ;  $-V_{SS}$  liegt. Der erste Pol der Stromquelle 1b ist ausserdem noch auf einen Istwert-Eingang D der Regelschaltung 1d geführt, deren Ausgang Q mit einem Steueranschluss W des Hallelementes 1a verbunden ist, während ihr Sollwert-Eingang A an einer Referenzspannung  $V_{Ref}$  liegt. Die Hallspannung  $V_H$  des Hallelementes 1a erscheint an zwei Sensoranschlüssen S1 und S2 des Hallelementes 1a. Der Speisestrom I des Hallelementes 1a erzeugt in diesem Hall-

element 1a einen Spannungsabfall  $V_{C2,C1} = V_S$  und im Kompensations-Schaltkreis 1c einen Spannungsabfall  $V_T$ . Der Eingangsstrom  $I_D$  am Istwert-Eingang D der Regelschaltung 1d ist bedeutend kleiner als der Speisestrom I des Hallelementes 1a.

5

Das Hallelement 1a ist z.B. eines der Hallelemente, die in dem schweizerischen Patentgesuch Nr. 6739/83-1 beschrieben sind. In der Fig. 2 ist eines dieser Hallelemente als Beispiel dargestellt. Das in der Fig. 2 dargestellte Hallelement 1a besteht aus einem Substrat 10 2 eines bestimmten Material-Leitfähigkeitstyps, z.B. des Typs N. An der Oberfläche des Substrates 2 und in der Darstellung der Fig. 2 von links beginnend sind auf einer z.B. annähernd geraden Linie, nebeneinander und in der angegebenen Reihenfolge eine erste Stromteilelektrode 3, eine erste Sensorelektrode 4, eine erste Stromelektrode 15 5, eine zweite Sensorelektrode 6 und eine zweite Stromteilelektrode 7 angeordnet. Die beiden Stromteilelektroden 3 und 7 sind über je einen Widerstand R1 bzw. R2 mit dem Pol C2 des Stromanschlusses C1; C2 des Hallelementes 1a verbunden, während dessen anderer Pol C1 auf die erste Stromelektrode 5 geführt ist. Die beiden Stromteilelektroden 3 20 und 7 bilden somit zusammen die zweite Stromelektrode des Hallelementes 1a. Wenn das Hallelement 1a ein integriertes Hallelement ist, ist es vorteilhaft, die Widerstände R1 und R2 nicht wie in der Fig. 2 dargestellt ausserhalb des Substrates 2 zu montieren, sondern sie in das Substrat 2 wie bei den Elementen einer integrierten Schaltung 25 einzudiffundieren. Die beiden Sensorelektroden 4 und 6 einerseits und die beiden Stromteilelektroden 3 und 7 anderseits sind z.B. annähernd symmetrisch zu der zentralgelegenen ersten Stromelektrode 5 angeordnet. Die beiden Sensorelektroden 4 und 6 besitzen je einen Sensoranschluss S1 bzw. S2. Jede Elektrode 3 bis 7 besteht aus je einem 30 Anschlusskontakt 8, 9, 10, 11 bzw. 12 und aus je einer Kontaktdiffusionsschicht 13, 14, 15, 16 bzw. 17. Alle Kontaktdiffusionsschichten 13 bis 17 sind ringförmig von einer Steuerelektrode 18 umgeben, die einen Steueranschluss W besitzt. Die Steuerelektrode 18 und die Kontaktdiffusionsschichten 13 bis 17 aller anderen Elektroden 3 bis 7 35 des Hallelementes 1a sind an der Oberfläche in dem Substrat 2 eindiffundiert. Die Steuerelektrode 18 ist vom entgegengesetzten Material-Leitfähigkeitstyp, d.h. vom Typ P, wie das Substrat 2 und die Kontakt-

./.

diffusionsschichten 13 bis 17, die alle vom gleichen Material-Leitfähigkeitstyp sind, nämlich vom Typ N. Die Steuerelektrode 18 besitzt eine grösse Diffusionstiefe als die Kontaktdiffusionsschichten 13 bis 17, die alle annähernd eine gleiche Diffusionstiefe haben und die ausserdem alle stark mit Fremdatomen dotiert sind, so dass sie vom Material-Leitfähigkeitstyp  $N^+$  sind. Die Steuerelektrode 18 ist dermassen an einer elektrischen Spannung zu legen, dass der P/N-Uebergang zwischen der Steuerelektrode 18 und dem Substrat 2 in Sperrichtung gepolt ist. Die dadurch entstehende Verarmungszone ("Depletion layer") besitzt eine Breite d und ist in der Fig. 2 gestrichelt dargestellt. Ein mit dem Hallelement 1a zu messendes Magnetfeld  $\bar{H}$  ist parallel zu der Oberfläche des Substrates 2 angeordnet und zwar vorteilhaft senkrecht zu der Geraden, die die Kontaktdiffusionsschichten 13 bis 17 miteinander verbindet. Die Arbeitsweise dieses Hallelementes 1a ist in dem schweizerischen Patentgesuch Nr. 6739/83-1 beschrieben.

Das Hallelement 1a kann in einer zweiten Variante das in der Fig. 3 dargestellte Hallelement sein. Dieses besteht ebenfalls aus einem Substrat 2 eines bestimmten Material-Leitfähigkeitstyps, z.B. des Typs P, in dem an der Oberfläche eine Wanne 19 vom entgegengesetzten Material-Leitfähigkeitstyp, also vom Typ N, eindiffundiert ist. An der Oberfläche sind in der Wanne 19 die Steuerelektrode 18 und vier Kontaktdiffusionsschichten 13 bis 16 der Elektroden des Hallelementes 1a eindiffundiert. Zwischen den zwei parallelen und annähernd gleich langen Kontaktdiffusionsschichten 13 und 15 ist die annähernd gleich lange Steuerelektrode 18 parallel angeordnet. Die beiden Kontaktdiffusionsschichten 13 und 15 sowie die Steuerelektrode 18 sind z.B. rechteckförmig. Die beiden restlichen Kontaktdiffusionschichten 14 und 16 sind ausserhalb der Fläche der Steuerelektrode 18 z.B. auf derjenigen Symmetrieachse der beiden Kontaktdiffusionsschichten 13 und 15 sowie der Steuerelektrode 18 angeordnet, die parallel zu der Länge der Kontaktdiffusionsschichten 13 und 15 verläuft. Von den beiden Kontaktdiffusionsschichten 14 und 16 ist in der Fig. 3 nur der Anschlusskontakt 9 der Kontaktdiffusionsschicht 14 sichtbar. Jede der vier Kontaktdiffusionsschichten 13 bis 16 ist stark mit Fremdato-

men dotiert und vom gleichen Material-Leitfähigkeitstyp wie die Wanne 19, d.h. vom Typ N<sup>+</sup>. Sie besitzen je einen Anschlusskontakt 8, 9, 10 bzw. 11 mit je einem Anschluss C2, S1, C1 bzw. S2. Die Kontakt diffusionsschicht 15 mit ihrem Anschlusskontakt 10 bildet eine erste 5 Stromelektrode, die Kontakt diffusionsschicht 13 mit ihrem Anschluss- kontakt 8 eine zweite Stromelektrode, die Kontakt diffusionsschicht 14 mit ihrem Anschlusskontakt 9 eine erste Sensorelektrode und die Kontakt diffusionsschicht 16 mit ihrem Anschlusskontakt 11 eine zweite Sensorelektrode. Die zweite Sensorelektrode liegt mit ihrem Anschluss 10 S2 vor der Schnittebene der Fig. 3 und ist aus diesem Grunde in der Fig. 3 nicht sichtbar. Die Steuerelektrode 18 besitzt einen Steueran- schluss W und ist vom entgegengesetzten Material-Leitfähigkeitstyp wie die Wanne 19, d.h. sie ist vom Typ P. Die Diffusionstiefen aller 15 Kontakt diffusionsschichten 13 bis 16 sowie diejenige der Steuerelek- trode 18 sind z.B. annähernd gleich gross. Die Steuerelektrode 18 ist dermassen an einer elektrischen Spannung zu legen, dass der P/N- Uebergang zwischen der Steuerelektrode 18 und der Wanne 19 in Sperr- richtung gepolt ist. Die dadurch entstehende Verarmungszone hat eine Breite d. Sie ist in der Fig. 3 ebenfalls gestrichelt dargestellt. 20 Ein mit dem Hallelement 1a zu messendes Magnetfeld  $\vec{H}$  muss diesmal senkrecht zur Oberfläche des Substrates 2 wirksam sein.

Das Hallelement 1a kann in einer dritten Variante das in der Fig. 4 dargestellte Hallelement sein. Es ist ähnlich aufgebaut wie das 25 in der Fig. 3 dargestellte Hallelement 1a, nur dass die Steuerelek- trode 18 diesmal nicht in die Wanne 19 eindiffundiert ist, sondern an der gleichen Stelle wie in der Fig. 3 auf der Oberfläche der Wanne 19 und von dieser durch eine dünne Isolationsschicht 20 ge- trennt als elektrisch gut leitende Schicht aus Metall oder Polysili- 30 zium aufgetragen ist. Die Isolationsschicht 20 besteht z.B. aus SiO<sub>2</sub>. Die Steuerelektrode 18 arbeitet hier als "Gate" und eine an ihr anstehende Spannung erzeugt je nach Polarität und Wert der an- liegenden Spannung in der darunter liegenden Oberflächenschicht der Wanne 19 eine Verarmungs- oder eine Anreichungszone ("Depletion"- 35 oder "Enhancement-layer") der Dicke d. Diese Zone ist auch in der Fig. 4 gestrichelt dargestellt.

7.

Die in der Fig. 5 dargestellte Regelschaltung 1d besteht aus zwei in Reihe geschalteten Widerständen R3 und R4, deren gemeinsamer Pol den Ausgang Q der Regelschaltung 1d bildet und deren anderer Pol jeweils einen Sollwert- bzw. einen Istwert-Eingang A bzw. D der Regelschaltung 1d darstellt. Der Verstärkungsfaktor dieser Regelschaltung 1d ist kleiner als Eins.

Die in der Fig. 6 dargestellte Regelschaltung 1d entspricht annähernd der in der Fig. 5 dargestellten Schaltung, nur dass zusätzlich zwischen dem Istwert-Eingang D der Regelschaltung 1d und dem zugehörigen Widerstand R4 ein Spannungsfolger 21 geschaltet ist. Der Spannungsfolger 21 besteht vorteilhaft aus der an sich bekannten Schaltung eines Operationsverstärkers 22, dessen Ausgang mittels einer Kurzschlussverbindung mit dem invertierenden Eingang des Operationsverstärkers 22 verbunden ist und dessen nichtinvertierender Eingang den Eingang des Spannungsfolgers 21 bildet. Der Eingangsstrom dieser Regelschaltung 1d ist wegen des hochohmigen Eingangs des Spannungsfolgers 21 sehr niedrig. Ihr Verstärkungsfaktor ist allerdings ebenfalls kleiner als Eins.

Die in der Fig. 7 dargestellte Regelschaltung 1d besteht aus einem Differenzverstärker 23, dessen Ausgang den Ausgang Q der Regelschaltung 1d bildet und dessen beide Eingänge je einen Sollwert- bzw. Istwert-Eingang A bzw. D der Regelschaltung 1d darstellen. Der Differenzverstärker 23 ist z.B. die an sich bekannte, mittels eines Operationsverstärkers 22 aufgebaute Schaltung eines rückgekoppelten Verstärkers. Der Ausgang des Operationsverstärkers 22 ist dabei mit Hilfe eines Widerstandes R5 auf den invertierenden Eingang des Operationsverstärkers 22 rückgekoppelt, der seinerseits noch über den Widerstand R3 auf den Sollwert-Eingang A der Regelschaltung 1d geführt ist. Der nichtinvertierende Eingang des Operationsverstärkers 22 ist über den Widerstand R4 mit dem Istwert-Eingang D der Regelschaltung 1d verbunden. Der Verstärkungsfaktor dieser Regelschaltung kann grösser als Eins sein.

In den beiden Figuren 6 und 7 ist der Operationsverstärker 22 jeweils von der Speisespannung  $+V_{DD}$ ;  $-V_{SS}$  gespeist.

Die in der Fig. 8 dargestellte Regelschaltung 1d entspricht annähernd der in der Fig. 5 dargestellten Schaltung, nur dass zusätzlich zwischen dem Sollwert-Eingang A und seinem zugehörigen Widerstand R3 eine Reihenschaltung der "Source-Drain"-Strecken von m MOS-Transistoren  $T_1$  bis  $T_m$  und zwischen dem Istwert-Eingang D und seinem zugehörigen Widerstand R4 eine Reihenschaltung der "Source-Drain"-Strecken von n MOS-Transistoren  $T_{m+1}$  bis  $T_{m+n}$  geschaltet ist, wobei im letzten Fall der Istwert-Eingang D mit dem "Gate" des ersten der n MOS-Transistoren  $T_{m+1}$  und die "Source" des ersten der n MOS-Transistoren 10  $T_{m+1}$  mit einem, nämlich dem positiven Pol  $+V_{DD}$  der Speisespannung  $+V_{DD}$ ;  $-V_{SS}$  verbunden sind. Alle andere "Gates" der MOS-Transistoren sind jeweils mit dem "Drain" und das Substrat aller MOS-Transistoren  $T_1$  bis  $T_{m+n}$  jeweils mit der "Source" des zugehörigen Transistors verbunden. Alle MOS-Transistoren sind z.B. gleich und in der Fig. 15 8 wurde das Vorhandensein von N-Kanal MOS-Transistoren des Anreicherungstyps angenommen. Wenn die ganzzahligen Werte m und n so gewählt werden, dass die Gleichung  $m \cdot R_4 = n \cdot R_3$  erfüllt ist, dann ist diese Regelschaltung 1d annähernd unabhängig von der Temperatur T. Da der "Gate"-Eingang eines MOS-Transistors sehr hochohmig ist, ist 20 der Istwert-Eingang D ebenfalls hochohmig und sein Eingangsstrom  $I_D$  sehr klein und praktisch annähernd gleich Null. Der von der Speise- spannung  $+V_{DD}$ ;  $-V_{SS}$  zu liefernde Speisestrom  $I_{DD}$  ist ebenfalls sehr klein, selbst wenn die beiden Widerstände R3 und R4 niederohmig sind.

25

Der in den Figuren 9 und 10 dargestellte Kompensations-Schaltkreis 1c besteht aus einem temperaturempfindlichen Element. In der Fig. 9 ist das temperaturempfindliche Element ein temperaturabhängiger Widerstand  $R_T$ . In der Fig. 10 ist das temperaturempfindliche Element eine Reihenschaltung von n in Durchlassrichtung gepolten Dioden D1, D2, ..., Dn. Die beiden Pole des temperaturabhängigen Widerstandes  $R_T$  bzw. die beiden Pole der Reihenschaltung stellen dabei jeweils die beiden Anschlüsse K und L des Kompensations-Schaltkreises 1c dar. Bei 30 Verwendung des Kompensations-Schaltkreises 1c besteht die Regelschaltung 1d im Extremfall z.B. nur aus einer Drahtverbindung, die den Istwert-Eingang D der Regelschaltung 1d mit deren Ausgang Q verbindet.

1/.

Die Figur 11 enthält drei Kennlinien a, b und c. Die Kennlinie a stellt den durch den Speisestrom I im Hallelement 1a erzeugten Spannungsabfall  $V_S$ , die Kennlinie b die Empfindlichkeit S des Hallelementes 1a ohne Temperaturkompensation und die Kennlinie c die Empfindlichkeit S des Hallelementes 1a mit Temperaturkompensation jeweils in Funktion der Temperatur T dar. Alle dargestellten Kennlinien a, b und c sind annähernd gerade Linien, wobei mit jeweils steigenden Temperaturen T die Kennlinie a steigende Werte, die Kennlinie b sinkende Werte und die Kennlinie c konstante Werte besitzt.

10

### Funktionsbeschreibung

Das in der Fig. 1 dargestellte Hallelement 1a ist durch die Stromquelle 1b stromgespeist. Für ein stromgespeistes Hallelement 1a gelten die folgenden Gleichungen:

$$V_H = (R_H/t_{\text{eff}}) \cdot I \cdot B \quad (1),$$

$$S = (\partial V_H / \partial B) / I = R_H / t_{\text{eff}}. \quad (2) \text{ und}$$

20

$$V_S = \rho \cdot I \quad (3),$$

wobei die einzelnen Parameter die folgende Bedeutung haben:

25  $V_H$ : Haltspannung,

$R_H$ : Hallkoeffizient,

$t_{\text{eff}}$ : wirksame Dicke des Hallelementes 1a,

30

I: Speisestrom innerhalb des Hallelementes 1a,

B: Induktion  $\mu H$  eines zu messenden Magnetfeldes H,

35 S: Empfindlichkeit des Hallelementes 1a pro Stromeinheit,

$V_S$ : im Hallelement 1a durch den Speisestrom I erzeugter Spannungsabfall und

5  $\rho$ : elektrischer Widerstand des Hallelementes 1a.

Unter dem Einfluss der Temperatur T ändert sich hauptsächlich der Wert des elektrischen Widerstandes  $\rho$  und der Wert der wirksamen Dicke  $t_{eff}$ . Der Wert des elektrischen Widerstandes  $\rho$  und der Wert der 10 wirksamen Dicke  $t_{eff}$  steigen dabei mit steigender Temperatur T. Soll die Empfindlichkeit S des Hallelementes 1a, die gemäss der Kennlinie b der Fig. 11 einen mit steigender Temperatur sinkenden Verlauf besitzt, temperaturkompensiert, d.h. bei variabler Temperatur T konstant gehalten werden, so ist die wirksame Dicke  $t_{eff}$  des Hallelementes 1a annähernd konstant zu halten. Dies geschieht mit Hilfe der 15 Steuerelektrode 18 (siehe die Figuren 2 bis 4) des Hallelementes 1a und mit Hilfe einer Regelung, deren Sollwert die konstante Referenzspannung  $V_{Ref}$  und deren Istwert mindestens den im Hallelement 1a durch den Speisestrom I erzeugten Spannungsabfall  $V_S$  enthält. Dieser 20 Istwert enthält nämlich ausschliesslich den Spannungsabfall  $V_S$ , wenn der Kompensations-Schaltkreis 1c nur aus einer Drahtverbindung zwischen den Anschlüssen K und L besteht. Wenn der Kompensations-Schaltkreis 1c aus einem temperaturempfindlichen Element besteht, dann 25 enthält die am Istwert-Eingang D der Regelschaltung 1d anstehende Spannung, d.h. der Istwert, noch zusätzlich einen im temperaturempfindlichen Element durch den Speisestrom I erzeugten Spannungsabfall  $V_T$ .

Die Regelung erfolgt somit mit der Regelschaltung 1d, die eine konstante Sollwert-Eingangsspannung  $V_{Ref}$  und eine Spannung am Istwert-Eingang D besitzt, die mindestens den im Hallelement 1a durch den Speisestrom I erzeugten Spannungsabfall  $V_S$  enthält. Der Ausgang Q der Regelschaltung 1d, der über den Steueranschluss W mit der Steuerelektrode 18 des Hallelementes 1a verbunden ist, wirkt über 30 diese Steuerelektrode 18 dermassen auf die wirksame Dicke  $t_{eff}$  des Hallelementes 1a ein, dass diese annähernd konstant bleibt und somit 35 die Empfindlichkeit S des Hallelementes 1a annähernd unabhängig von

./.

der Temperatur  $T$  wird. Mit steigender Temperatur  $T$  steigt der Wert des elektrischen Widerstandes  $\rho$  und gemäss Gleichung (3) auch der Wert des Spannungsabfalls  $V_S$  (siehe Kennlinie a der Fig. 11). Der mit der Temperatur  $T$  steigende Wert des Spannungsabfalls  $V_S$  wird in der Regelschaltung 1d mit dem Sollwert  $V_{Ref}$  verglichen und erzeugt anschliessend mit Hilfe der Steuerelektrode 18 eine Verkleinerung der wirksamen Dicke  $t_{eff}$  des Hallelementes 1a. Er wirkt somit der durch die steigende Temperatur  $T$  verursachten Vergrösserung der wirksamen Dicke  $t_{eff}$  des Hallelementes 1a entgegen, so dass diese und damit auch die Empfindlichkeit  $S$  des Hallelementes 1a trotz steigender Temperatur  $T$  konstant bleibt (siehe Fig. 11, Kennlinie c). Sinkt die Temperatur  $T$  dagegen, so geschieht das Gleiche in umgekehrter Richtung.

10 15 Ueber einen relativ grossen Temperaturbereich, z.B. in der Grössenordnung von  $-50^{\circ} C$  bis  $+80^{\circ} C$ , ist so ein Temperaturkoeffizient der Empfindlichkeit  $S$  des Hallelementes 1a von annähernd  $\pm 0,01\%/{^{\circ}C}$  erreichbar.

20 25 30 Die wirksame Dicke  $t_{eff}$  des Hallelementes 1a ist auch vom Speisestrom  $I$  abhängig. Da der im Istwert zumindest enthaltene Spannungsabfall  $V_S$  nicht nur über  $\rho$  eine Funktion der Temperatur, sondern gemäss der Gleichung (3) auch eine Funktion des Speisestromes  $I$  ist, regelt die Regelschaltung 1d auch den Einfluss einer eventuellen Variation des Speisestromes  $I$  aus, so dass die Abhängigkeit der wirksamen Dicke  $t_{eff}$  und damit auch die Abhängigkeit der Empfindlichkeit  $S$  des Hallelementes 1a vom Speisestrom  $I$  kompensiert oder zumindest stark reduziert wird. Dies führt zu einer Linearisierung der Kennlinie der Empfindlichkeit  $S$  des Hallelementes 1a in Funktion des Speisestromes  $I$  über einen relativ grossen Strombereich, z.B. in der Grössenordnung von 0,1 bis 10 mA.

P A T E N T A N S P R U E C H E

1. Verfahren zur Temperaturkompensation eines stromgespeisten Hall-  
5 elementes (1a) mit Hilfe einer Regelung, deren Istwert mindestens  
einen im Hallelement (1a) durch einen Speisestrom (I) erzeugten  
Spannungsabfall ( $V_S$ ) enthält, dadurch gekennzeichnet, dass die Rege-  
lung mit Hilfe einer Steuerelektrode (18) des Hallelementes (1a)  
erfolgt, die auf die wirksame Dicke ( $t_{eff}$ ) des Hallelementes (1a)  
10 dermassen wirkt, dass die Empfindlichkeit (S) des Hallelementes (1a)  
annähernd unabhängig von der Temperatur (T) wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der  
Istwert noch zusätzlich einen in einem temperaturempfindlichen Ele-  
15 ment durch den Speisestrom (I) erzeugten Spannungsabfall ( $V_T$ ) ent-  
hält.
3. Schaltung zur Temperaturkompensation eines stromgespeisten Hall-  
elementes (1a) mit einer Regelschaltung (1d), deren Spannung am  
20 Istwert-Eingang (D) mindestens einen im Hallelement (1a) durch einen  
Speisestrom (I) erzeugten Spannungsabfall ( $V_S$ ) enthält, dadurch  
gekennzeichnet, dass der Ausgang (Q) der Regelschaltung (1d) mit  
einer Steuerelektrode (18) des Hallelementes (1a) verbunden ist und  
über diese Steuerelektrode (18) des Hallelementes (1a) auf die wirk-  
25 same Dicke ( $t_{eff}$ ) des Hallelementes (1a) dermassen wirksam ist, dass  
die Empfindlichkeit (S) des Hallelementes (1a) annähernd unabhägig  
von der Temperatur (T) ist.
4. Schaltung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die  
30 Steuerelektrode (18) und alle Kontakt diffusionsschichten (13 bis  
17) der anderen Elektroden (3 bis 7) des Hallelementes (1a) an der  
Oberfläche in einem Substrat (2) eindiffundiert sind, dass die Kon-  
taktdiffusionsschichten (13 bis 17) von der Steuerelektrode (18)  
ringförmig umgeben sind, dass die Steuerelektrode (18) vom entgegen-  
35 gesetzten Material-Leitfähigkeitstyp ist wie das Substrat (2) und  
die Kontakt diffusionsschichten (13 bis 17), dass die Steuerelektrode  
(18) eine grössere Diffusionstiefe besitzt als die Kontakt diffusionss-  
chichten (13 bis 17) und dass der P/N-Uebergang zwischen der Steuer-

elektrode (18) und dem Substrat (2) in Sperrichtung gepolt ist.

5. Schaltung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerelektrode (18) und vier Kontaktdiffusionsschichten (13 bis 16) der Elektroden des Hallelementes (1a) an der Oberfläche in einer Wanne (19) eindiffundiert sind, dass zwischen zwei parallelen und annähernd gleich langen Kontaktdiffusionsschichten (13, 15) eine annähernd gleich lange Steuerelektrode (18) parallel angeordnet ist, 10 dass die Steuerelektrode (18) vom entgegengesetzten Material-Leitfähigkeitstyp ist wie die Wanne (19) und die Kontaktdiffusionsschichten (13 bis 16) und dass der P/N-Uebergang zwischen der Steuerelektrode (18) und der Wanne (19) in Sperrichtung gepolt ist.
- 15 6. Schaltung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass vier Kontaktdiffusionsschichten (13 bis 16) der Elektroden des Hallelementes (1a) an der Oberfläche in einer Wanne (19) eindiffundiert sind, dass die vier Kontaktdiffusionsschichten (13 bis 16) vom gleichen Material-Leitfähigkeitstyp sind und dass zwischen zwei parallelen und annähernd gleich langen Kontaktdiffusionsschichten (13, 15) eine annähernd gleich lange Steuerelektrode (18) parallel zu den beiden Kontaktdiffusionsschichten (13, 15) auf der Oberfläche der Wanne (19) und von dieser durch eine dünne Isolationsschicht (20) 20 getrennt als elektrisch gut leitende Schicht aufgetragen ist.
- 25 7. Schaltung nach einem der Ansprüche 3 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Regelschaltung (1d) aus zwei in Reihe geschalteten Widerständen (R3, R4) besteht, deren gemeinsamer Pol den Ausgang (Q) der Regelschaltung (1d) bildet und deren anderer Pol jeweils 30 einen Sollwert- bzw. einen Istwert-Eingang (A, D) der Regelschaltung (1d) darstellt.
- 35 8. Schaltung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Istwert-Eingang (D) der Regelschaltung (1d) und dem zugehörigen Widerstand (R4) ein Spannungsfolger (21) geschaltet ist.

9. Schaltung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Sollwert-Eingang (A) und seinem zugehörigen Widerstand R3 eine Reihenschaltung der "Source-Drain"-Strecken von m MOS-Transistoren ( $T_1$  bis  $T_m$ ) und zwischen dem Istwert-Eingang (D) und seinem zugehörigen Widerstand R4 eine Reihenschaltung der "Source-Drain"-Strecken von n MOS-Transistoren ( $T_{m+1}$  bis  $T_{m+n}$ ) geschaltet ist, wobei im letzten Fall der Istwert-Eingang (D) mit dem "Gate" des ersten der n MOS-Transistoren ( $T_{m+1}$ ) und die "Source" des ersten der n MOS-Transistoren ( $T_{m+1}$ ) mit einem Pol der Speisespannung ( $+V_{DD}$ ;  $-V_{SS}$ ) verbunden sind.

10. Schaltung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Werte m und n so gewählt sind, dass die Gleichung  $m \cdot R4 = n \cdot R3$  erfüllt ist.

15. 11. Schaltung nach einem der Ansprüche 3 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Regelschaltung (1d) aus einem Differenzverstärker (23) besteht, dessen Ausgang den Ausgang (Q) der Regelschaltung (1d) bildet und dessen beide Eingänge je einen Sollwert- bzw. Istwert-Eingang (A bzw. D) der Regelschaltung (1d) darstellen.

20. 12. Schaltung nach einem der Ansprüche 3 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Spannung am Istwert-Eingang (D) noch zusätzlich einen in einem temperaturempfindlichen Element durch den Speisestrom (I) erzeugten Spannungsabfall ( $V_T$ ) enthält.

25. 13. Schaltung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass das temperaturempfindliche Element ein temperaturabhängiger Widerstand ( $R_T$ ) ist.

30. 14. Schaltung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass das temperaturempfindliche Element eine Reihenschaltung von in Durchlassrichtung gepolten Dioden (D1, D2,...Dn) ist.

35. 15. Schaltung nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Regelschaltung (1d) nur aus einer Drahtverbindung besteht.

./.

01622144

Fig. 1

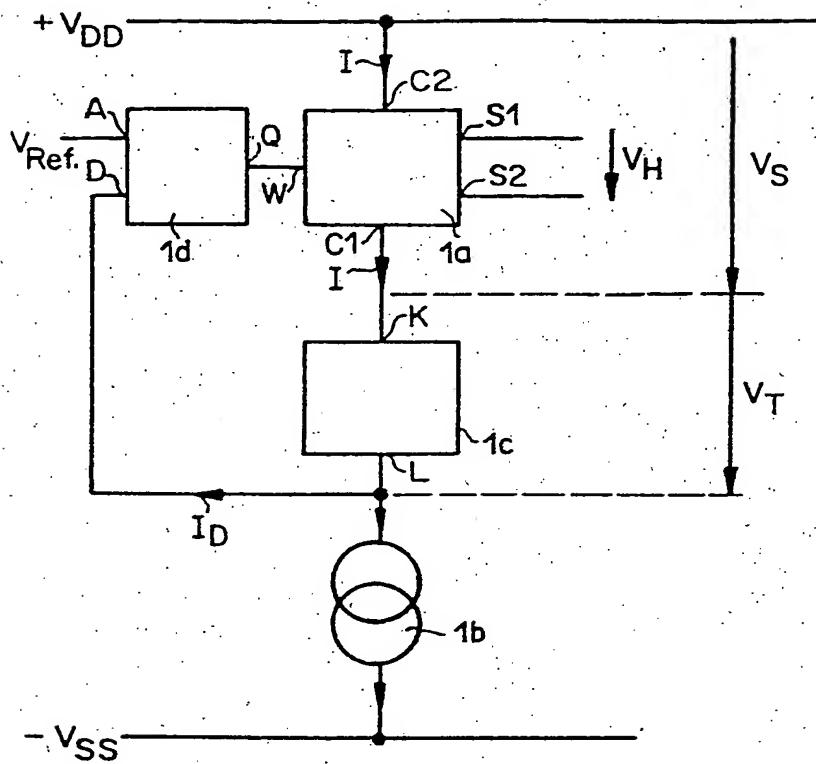


Fig. 2

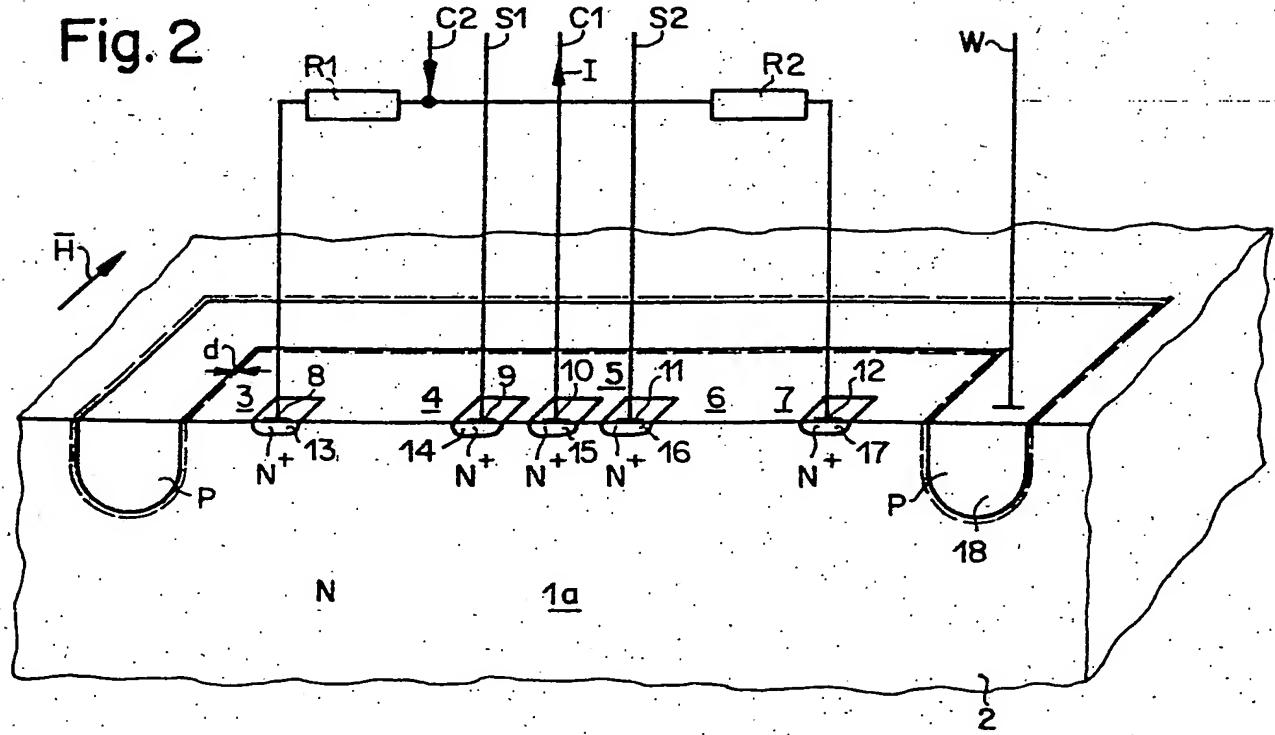


Fig. 3

01622144

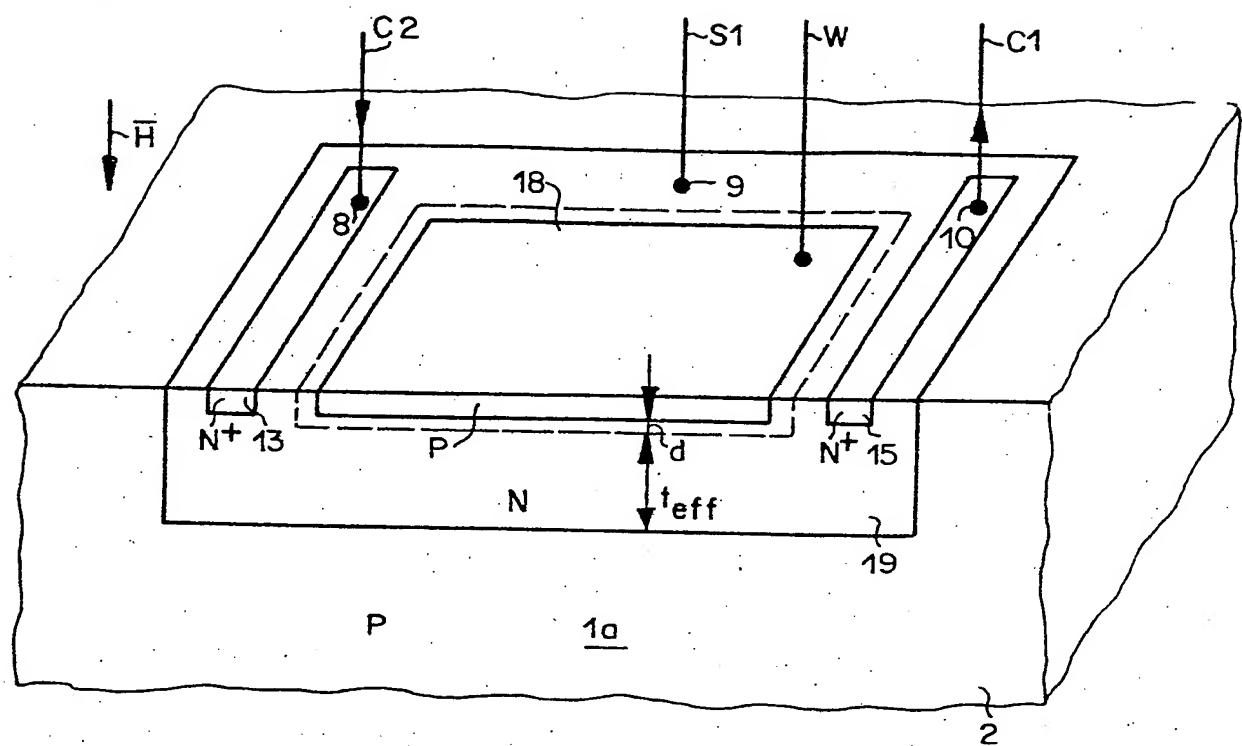
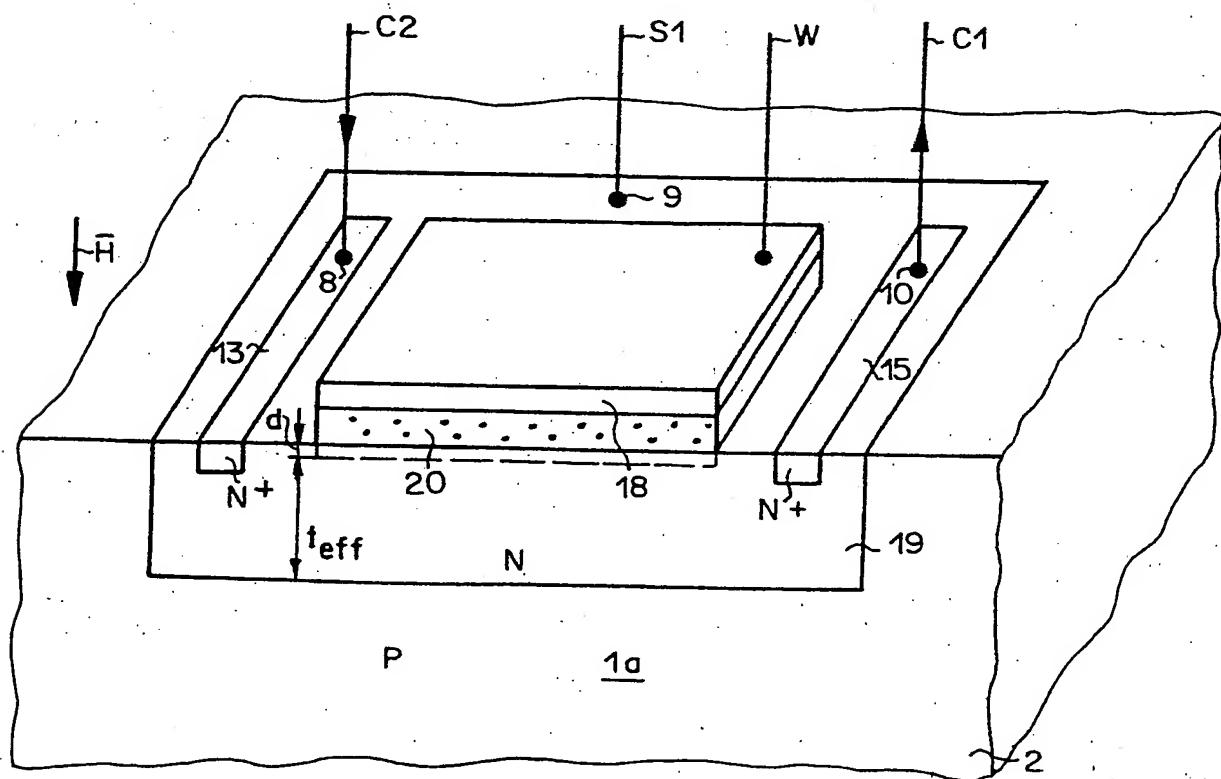


Fig. 4



0162214  
3/4

Fig. 5

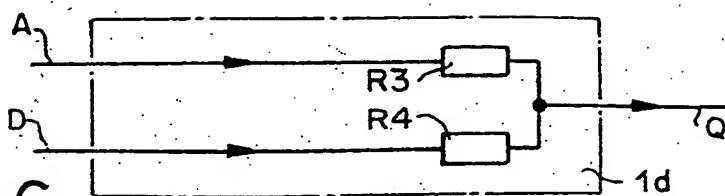


Fig. 6

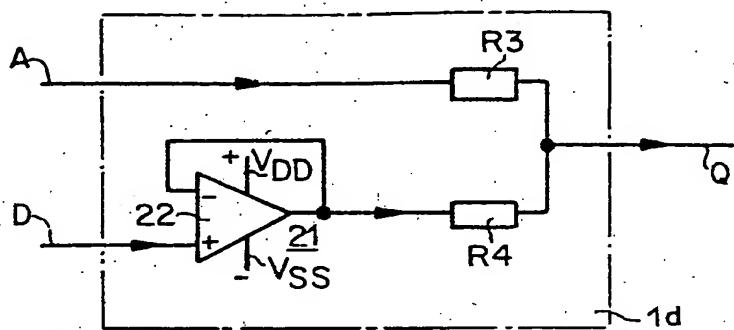


Fig. 7

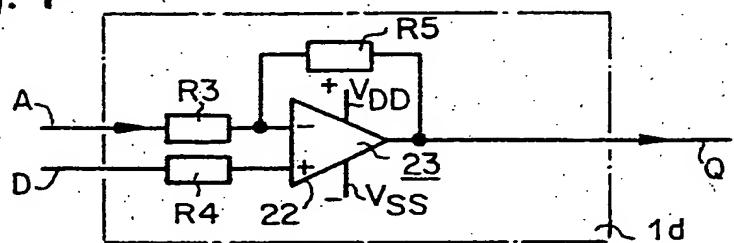
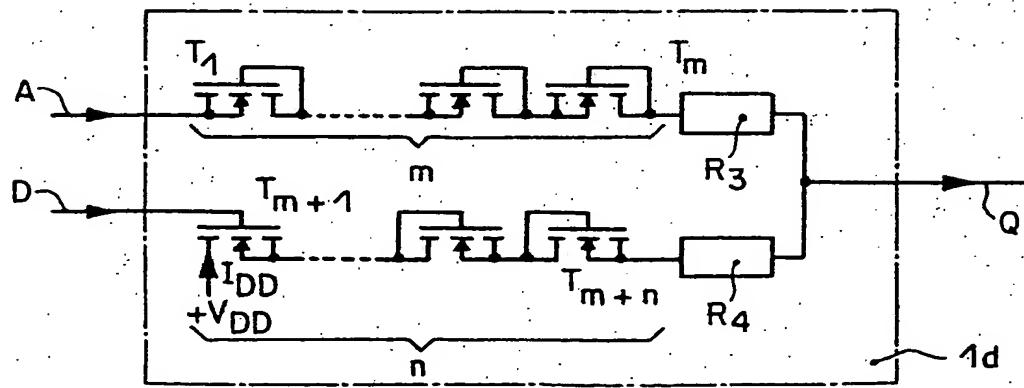


Fig. 8



0162214  
4/4

Fig. 9

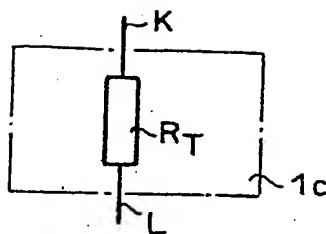


Fig. 10

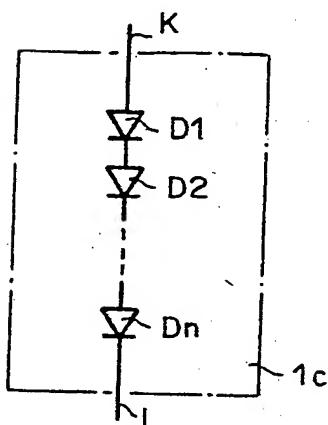
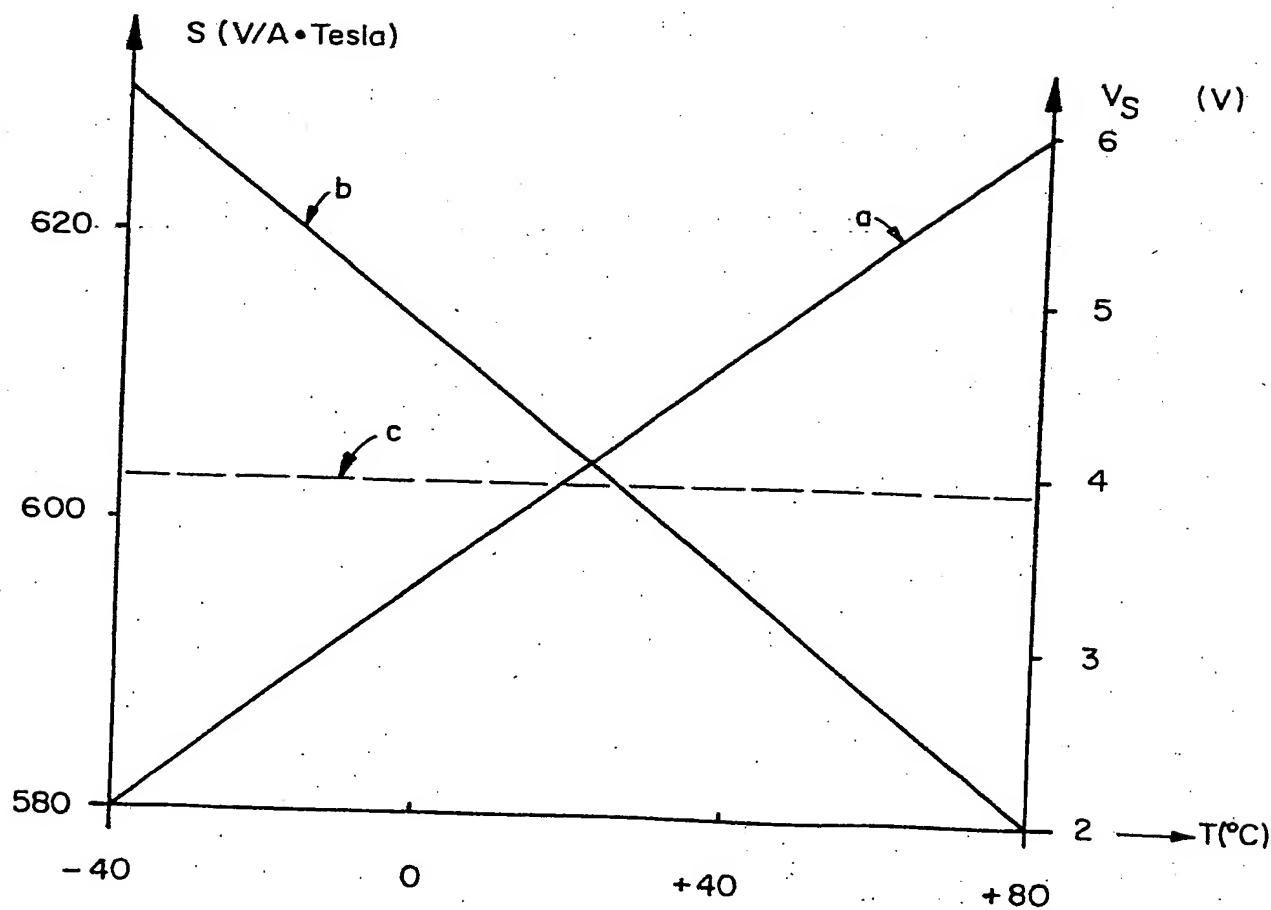


Fig. 11





EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betreff: Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 4)
			H 01 L 43/06 H 01 L 43/04
A	FR-A-1 572 426 (POLSKA AKADEMIA NAUK) * Anspruch 1; Figur 3 *	1,5	
A	US-A-3 448 353 (WESTINGHOUSE) * Zusammenfassung; Figuren 1,2 *	1,6	
A	DE-A-3 303 945 (VACUUMSCHMELZE GmbH)		
			RECHERCHIERTE SACHGEBiete (Int. Cl. 4)
			H 01 L
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort DEN HAAG	Abschlußdatum der Recherche 01-08-1985	Prüfer PELSERS L.	
<p>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN</p> <p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet  Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie  A : technologischer Hintergrund  O : nichtschriftliche Offenbarung  P : Zwischenliteratur  T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze</p> <p>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist  D : in der Anmeldung angeführtes Dokument  L : aus andern Gründen angeführtes Dokument  &amp; : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>			

THIS PAGE BLANK (USPTO)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**